

SULIT



SOARING
UPWARDS
MALAYSIAN POWER EDUCATION

Second Semester Examination
2017/2018 Academic Session

May/June 2018

EBB 338/3 – Process Control
[Kawalan Proses]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains ELEVEN(11) printed pages and ONE (1) pages APPENDIX before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEBELAS(11) muka surat yang bercetak dan SATU (1) muka surat LAMPIRAN sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper consists of SEVEN(7) questions. ONE(1) question in PART A, THREE(3) questions in PART B and THREE(3) questions in PART C.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH(7) soalan. SATU(1) soalan di BAHAGIAN A, TIGA(3) soalan di BAHAGIAN B dan TIGA(3) soalan di BAHAGIAN C.]

Instruction: Answer FIVE(5) questions. PART A is **COMPULSORY**. Answer TWO(2) questions from PART B and TWO(2) questions from PART C. If a candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

[Arahan: Jawab LIMA(5) soalan. BAHAGIAN A **WAJIB** dijawab. Jawab DUA(2) soalan dari BAHAGIAN B dan DUA(2) soalan dari BAHAGIAN C. *Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]*

The answers to all questions must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

In the event of any discrepancies in the examination questions, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai.]

PART A/ BAHAGIAN A

1. [a] Figure 1 shows a schematic of an extruder that could produce various types of plastic products.

Rajah 1 menunjukkan skematik bagi sebuah peyemperit yang digunakan untuk menghasilkan pelbagai produk plastik.

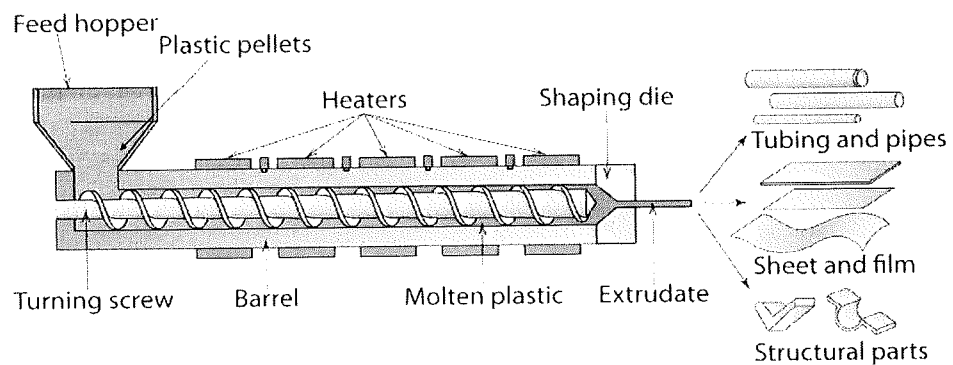


Figure 1 – Schematic of an extruder

Rajah 1 – Skematik bagi sebuah peyemperit

- (i) Construct a process mapping on extruder process in Figure 1 by identifying the manipulated inputs, disturbance inputs and response if the products are tubing and pipes.

Bentukkan pemetaan proses bagi proses peyemperitan di dalam Rajah 1 dengan mengenalpasti input yang boleh diolah, input gangguan dan sambutan jika produk adalah tiub dan paip.

(30 marks/markah)

- (ii) Assume this is an open loop system, sketch the block diagram of this process.

Anggapkan ini adalah sistem gelung terbuka, lakarkan gambarajah blok bagi proses ini.

(20 marks/markah)

...3/-

- [b] (i) Controller is a critical device in any control system. By giving appropriate examples, describe briefly the function of controller.

Pengawal merupakan peranti kritikal bagi setiap sistem kawalan. Perihalkan dengan ringkas fungsi pengawal dengan memberikan contoh-contoh sesuai.

(15 marks/markah)

- (ii) State the reasons why derivative type of control is not recommended for a pressure type control process.

Nyatakan sebab mengapa kawalan jenis hasil kebezaan tidak diperakukan untuk kawalan proses bagi tekanan.

(10 marks/markah)

- (iii) Explain briefly the disadvantages of negative feedback system with high loop gain. Outline how to overcome this problem?

Terangkan secara ringkas kekurangan sistem suap balik negatif dengan gandaan gelung tinggi. Bagaimanakah kekurangan ini dapat ditangani?

(25 marks/markah)

PART B/ BAHAGIAN B

2. Figure 2 shows a feedback control system.

Rajah 2 menunjukkan sebuah lakaran sistem kawalan suap balik.

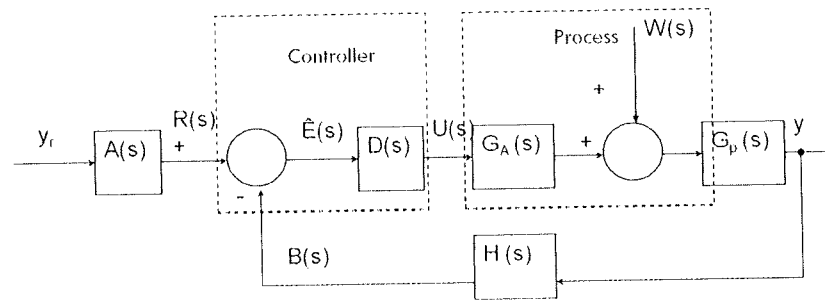


Figure 2 – Feedback control system

Rajah 2 – Sistem kawalan suapbalik

- [a] List down all the control ELEMENTs in the Figure 2.

Senaraikan semua kawalan UNSUR dalam Rajah 2 tersebut.

(15 marks/markah)

- [b] List down all the SIGNALs in the Figure 2.

Senaraikan semua ISYARAT-ISYARAT dalam Rajah 2 tersebut.

(25 marks/markah)

- [c] Discuss the working principle of feedback control system using the ELEMENTs and SIGNALs as mentioned above.

Bincangkan prinsip kerja sistem kawalan suapbalik dengan menggunakan UNSUR-UNSUR dan ISYARAT-ISYARAT yang disebut di atas.

(40 marks/markah)

...5/-

- [d] What are the strengths and weaknesses of a feedback control system?

Apakah kekuatan dan kelemahan sebuah sistem kawalan suapbalik?

(20 marks/markah)

3. [a] (i) Why control charts need to be setup in pair, e.g. Individual (X)-chart and Moving Range (MR) chart, for monitoring the stability of a process?

Kenapa carta kawalan perlu dibina dalam pasangan contohnya carta-Individu (X) dan carta-Julat Bergerak (MR) supaya boleh digunakan untuk memantau kestabilan sesuatu proses?

(20 marks/markah)

- (ii) Discuss the analysis sequence of the control charts.

Bincangkan giliran analisis untuk carta kawalan.

(10 marks/markah)

- [b] (i) As shown in Figure 3, control charts have been setup by a process engineer to monitor the hardness of steel sheets produced by cold rolling. Comment on the stability of process based on the statistical process control point of view.

Seperti ditunjukkan pada Rajah 3, carta kawalan telah dibina oleh seorang jurutera proses untuk memantau kekerasan kepingan keluli yang dihasilkan melalui penggelekan sejuk. Uelaskan kestabilan proses berdasarkan pandangan kawalan proses statistik.

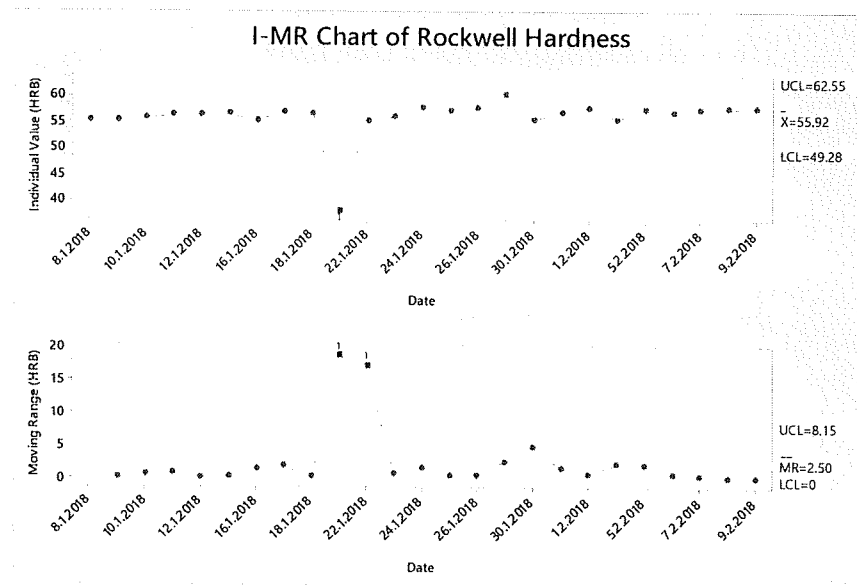


Figure 3 – I-MR charts of hardness measured on steel sheets
 Rajah 3 – Carta I-MR kekerasan yang diukur pada kepingan keluli
 (30 marks/markah)

- (ii) If there is an outlier, describe the appropriate actions that shall be taken by the process engineer.

Sekiranya terdapat titik luar, terangkan tindakan wajar yang perlu diambil oleh jurutera proses.

(20 marks/markah)

...7/-

- (10) Does it mean that the presence of an outlier in a control chart **MUST** indicate the presence of a special cause in the process? Justify your answer.

Adakah kewujudan titikluar dalam carta kawalan bermaksud SEMESTINYA terdapat sebab khas wujud dalam proses? Berikan justifikasi untuk jawapan anda.

(20 marks/markah)

4. [a] Carry out Laplace transforms on the following differential equations in order to obtain the $Y(t)$ as a deviation from its initial steady state condition $y(0)$. Assume all initial conditions of the processes are zero.

Lakukan penjelmaan Laplace pada persamaan-persamaan perbezaan berikut untuk mendapatkan $Y(t)$ akibat sisihan dari keadaan stabil awal $y(0)$. Andaikan kesemua keadaan awal proses adalah sifar.

(i) $\frac{dy(t)}{dt} + 3y(t) = 8$

(10 marks/markah)

(ii) $9 \frac{d^2y(t)}{dt^2} + 12 \frac{dy(t)}{dt} + 4y(t) = 8$

(20 marks/markah)

- [b] (i) Why do the transfer function for electrical network look identical with transfer function for mechanical network?

Mengapa fungsi pindah bagi litar elektrik adalah serupa dengan fungsi pindah bagi litar mekanikal?

(10 marks/markah)

...8/-

- (ii) Find the transfer function $G(s) = V_o(s)/V_i(s)$ for the electrical network in Figure 4 (a).

Tentukan fungsi pindah $G(s) = V_o(s)/V_i(s)$ bagi litar elektrik di Rajah 4 (a).

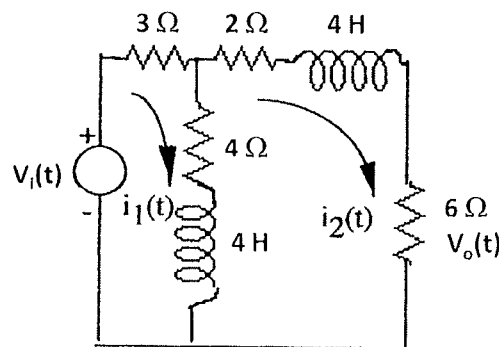


Figure 4 (a) – Electrical circuit for an oscillator

Rajah 4 (a) – Litar elektrik bagi sebuah pengayun

(25 marks/markah)

- (iii) Find the transfer function $G(s) = X_1(s)/F(s)$ for the below translational mechanical system.

Tentukan fungsi pindah $G(s) = X_1(s)/F(s)$ bagi sistem mekanikal peralihan di bawah.

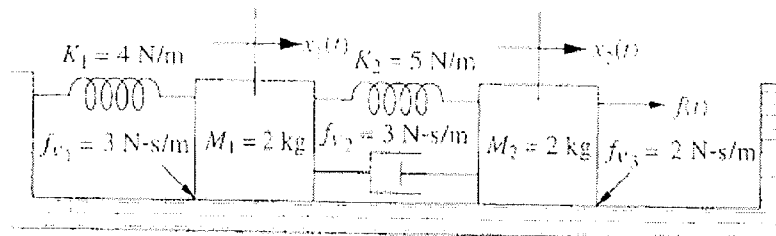


Figure 4 (b) – A translational mechanical system

Rajah 4 (b) – Sebuah sistem mekanikal peralihan

(35 marks/markah)

...9/-

PART C/ BAHAGIAN C

5. [a] Determine which of the following transfer function represents a stable system. If not then find how many poles there are on the right half of the plane.

Tentukan antara rangkap pindah berikut manakah mewakili sistem yang stabil. Jika tidak, dapatkan berapa bilangan kutub pada separuh kanan satah.

(40 marks/markah)

(i) $Y(s) = s^2 + 2s + 3$

(ii) $Y(s) = s^4 + 5s^3 + 5s^2 + 4s + 4$

- [b] For the following characteristic equation, sketch the root locus. Give your comment. Assume K is always positive.

Untuk persamaan cirian berikut, lakarkan londar punca. Berikan komen. Anggap K sentiasa positif.

(60 marks/markah)

$$KG(s)H(s) = \frac{5K}{s(s+2)(s+3)}$$

...10/-

6. [a] A bus driver is required to maintain the speed of the 'Rapid Bus' in USM Engineering Campus for only 20 km/h. Illustrate a suitable block diagram if this is a feedback system.

Seorang pemandu bas perlu untuk mengekalkan kelajuan 'Bas Rapid' di dalam Kampus Kejuruteraan USM hanya pada 20 km/j. Hasilkan gambarajah blok sesuai jika ini merupakan suatu sistem suap balik.

(40 marks/markah)

- [b] A simple control system for the laboratory humidity measuring device has s domain output given as follow. Determine the time response output, $y(t)$ for this system.

Suatu sistem kawalan mudah untuk peranti pengukur kelembapan makmal mempunyai domain keluaran s seperti berikut. Tentukan masa sambutan keluaran $y(t)$ bagi sistem ini.

(50 marks/markah)

$$Y(s) = \frac{s + 4}{(s + 5)(s + 6)}$$

- [c] State some examples of system that has a step function as the input.

Berikan beberapa contoh sistem menggunakan rangkap langkah sebagai masukan.

(10 marks/markah)

7. [a] Construct the transient response performance specifications of first order system. Assume $c(t)$ from 0 - 1.0

Hasilkan spesifikasi prestasi sambutan fana sistem tertib pertama. Andaikan $c(t)$ daripada 0 – 1.0

(40 marks/markah)

- [b] Compute the time constant (T_c), settling time (T_s) and rise time (T_r) for the following transfer function.

Kirakan pemalar masa (T_c), masa penetapan (T_s) dan masa naik (T_r) untuk rangkap pindah berikut.

(20 marks/markah)

$$G(s) = \frac{20}{s + 20}$$

- [c] For the following system, calculate the value of pole-zero plot and response. Point out the characteristics for this system.

Bagi sistem berikut, kirakan nilai plot kutub-sifar dan sambutan. Kenalpasti ciri-ciri untuk sistem ini.

(40 marks/markah)

$$F(s) = \frac{7}{s(s^2 + 7s + 7)}$$

Appendix 1 Laplace Transform

Apendiks 1 Transformasi Laplace

| $f(t)$ | $F(s) = \mathcal{L}[f(t)]$ |
|-------------------------|-------------------------------------|
| $\delta(t)$ | 1 |
| $u(t)$ | $\frac{1}{s}$ |
| t | $\frac{1}{s^2}$ |
| t^n | $\frac{n!}{s^{n+1}}$ |
| e^{-at} | $\frac{1}{s+a}$ |
| te^{-at} | $\frac{1}{(s+a)^2}$ |
| $t^n e^{-at}$ | $\frac{n!}{(s+a)^{n+1}}$ |
| $\sin \omega t$ | $\frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$ |
| $\cos \omega t$ | $\frac{s}{s^2 + \omega^2}$ |
| $e^{-at} \sin \omega t$ | $\frac{\omega}{(s+a)^2 + \omega^2}$ |
| $e^{-at} \cos \omega t$ | $\frac{s+a}{(s+a)^2 + \omega^2}$ |